



①⑨ BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑫ Übersetzung der
europäischen Patentschrift

②⑦ EP 0 280 743 B1

⑩ DE 37 82 817 T 2

⑤① Int. Cl.⁵:
B 29 C 45/50
B 29 C 45/17

②① Deutsches Aktenzeichen:	37 82 817.7
②⑥ PCT-Aktenzeichen:	PCT/JP87/00650
②⑥ Europäisches Aktenzeichen:	87 905 664.6
②⑦ PCT-Veröffentlichungs-Nr.:	WO 88/01562
②⑥ PCT-Anmeldetag:	1. 9. 87
②⑦ Veröffentlichungstag der PCT-Anmeldung:	10. 3. 88
②⑦ Erstveröffentlichung durch das EPA:	7. 9. 88
②⑦ Veröffentlichungstag der Patenterteilung beim EPA:	25. 11. 92
④⑦ Veröffentlichungstag im Patentblatt:	1. 4. 93

③⑩ Unionspriorität: ③② ③③ ③①

02.09.86 JP 205041/86

⑦③ Patentinhaber:

Fanuc Ltd., Oshino, Yamanashi, JP

⑦④ Vertreter:

derzeit kein Vertreter bestellt

⑧④ Benannte Vertragsstaaten:

CH, DE, FR, GB, IT, LI

⑦② Erfinder:

INABA, Yoshiharu, Kanagawa 214, JP; SOGABE,
Masatoyo, Tokyo 193, JP

⑤④ ELEKTRISCHE SPRITZGIESSMASCHINE.

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99 (1) Europäisches Patentübereinkommen).

Die Übersetzung ist gemäß Artikel II § 3 Abs. 1 IntPatÜG 1991 vom Patentinhaber eingereicht worden. Sie wurde vom Deutschen Patentamt inhaltlich nicht geprüft.

DE 37 82 817 T 2

DE 37 82 817 T 2

EP 87 905 664.6
FANUC LTD

Elektrische Spritzgußmaschine

Die Erfindung betrifft eine Spritzgußmaschine mit einer Antriebsquelle in Form eines elektrischen Linearmotors.

Eine Spritzgußmaschine umfaßt mehrere Aggregate, wie eine Spritzeinheit, in der eine Schnecke in axialer Richtung bewegt wird, um einen Spritzgießvorgang auszuführen, ferner eine Schließeinheit zum Öffnen, Schließen und Zuhalten des Spritzgießwerkzeugs, einen Auswurfmechanismus, in der ein Auswurfstift in axialer Richtung bewegt wird, um das Spritzgußteil auszuwerfen, sowie eine Düsenandrückeinheit zum Anpressen einer Düse an das Spritzgießwerkzeug. Alle diese Einheiten besitzen (im folgenden als Linearbewegungsglied bezeichnete) Achsen, die, wie z.B. die Schnecke, so angeordnet sind, daß sie linear angetrieben werden können.

Bei einer hydraulisch betätigten Spritzgußmaschine, wie sie z.B. in "Injection Molding Machines, A User's Guide" F. Johannaber, Hanser, 1983, beschrieben ist, können diese Linearbewegungsglieder einfach durch Antrieb mit einem hydraulischen Zylinder mit einer linearen Bewegung beaufschlagt werden.

Bei einer elektrischen Spritzgußmaschine herkömmlicher Art wird hingegen das an der Ausgangswelle eines Elektromotors auftretende Drehmoment durch einen Umwandlungsmechanismus, z.B. ein Kugelumlauf-Schneckengetriebe in eine (im folgenden als lineare Antriebskraft bezeichnete) Antriebskraft umgewandelt, die auf das zugehörige Linearbewegungsglied in dessen Bewegungsrichtung so einwirkt, daß es durch diese lineare Antriebskraft bewegt wird. Der bei einer Spritzgußmaschine dieser Art benötigte Umwandlungsmechanismus bedingt einen komplizierten Aufbau und verteuert die Maschine. Ein weiterer Nachteil besteht darin, daß für die Installation des Umwandlungsmechanismus zusätzliches Einbauvolumen benötigt und dadurch der Platzbedarf der Anordnung insgesamt vergrößert wird.

In JP-A-61 154 822 wurde vorgeschlagen, die Schließeinheit einer Spritzgußmaschine durch einen elektrischen Linearmotor anzutreiben. Selbstverständlich existieren zahlreiche Ausführungsformen von elektrischen Linearmotoren. Ein solcher Linearmotor ist in DE-A-2 349 139 offenbart.

Die vorliegende Erfindung liefert hingegen eine besonders vorteilhafte Anordnung, die es erlaubt, die Drehschnecke einer Spritzgußmaschine durch einen elektrischen

Linearmotor anzutreiben.

Gemäß vorliegender Erfindung ist eine Spritzgußmaschine vorgesehen, die ein Linearbewegungsglied, das relativ zu einem Hauptkörper der Spritzgußmaschine linear bewegbar ist, und einen elektrischen Linearmotor aufweist, der ein von dem Hauptkörper der Spritzgußmaschine getragenes stationäres Element und ein relativ zu diesem stationären Element linear bewegbares Element aufweist, wobei das Linearbewegungsglied mit dem linear beweglichen Element des elektrischen Linearmotors so gekuppelt ist, daß es gemeinsam mit diesem bewegbar ist. Die Spritzgußmaschine ist dadurch gekennzeichnet, daß das Linearbewegungsglied eine Dosier/Einspritzschnecke der Spritzgußmaschine ist, daß der elektrische Linearmotor zylindrische Form hat, daß das bewegliche Element kreisförmigen Querschnitt hat und im Innern einer kreiszylindrischen Öffnung des stationären Elements angeordnet ist, daß das bewegliche Element des Linearmotors mit einem Drehantriebsglied gekuppelt ist, das von einem Motor für den Drehantrieb der Schnecke gedreht werden kann und in dem das hintere Ende einer langgestreckten Einheit aufgenommen ist, die an ihrem vorderen Ende die Schnecke und zwischen dem vorderen und dem hinteren Ende das bewegliche Element des Linearmotors aufweist, daß das bewegliche Element relativ zu dem stationären Element des elektrischen Linearmotors drehbar ist, so daß der Motor für den Schneckenantrieb bei einem Dosiervorgang der Spritzgußmaschine die Schnecke über das bewegliche Element und das Drehantriebsglied drehen kann, und daß das bewegliche Element außerdem relativ zu dem Drehantriebsglied linear bewegbar ist, so daß der elektrische Linearmotor die Schnecke bei dem Spritzgießvorgang der Spritzgußmaschine linear bewegen kann.

Da der elektrische Linearmotor, wie erwähnt, bei der vorliegenden Erfindung als Antriebsquelle für die Dosier/Einspritz-Schnecke eingesetzt wird, benötigt man für die Schnecke keinen Umwandlungsmechanismus, um die Drehantriebskraft in eine lineare Antriebskraft umzusetzen. Deshalb hat die Spritzgußmaschine einen einfacheren und kompakteren Aufbau und ist kostengünstiger.

Fig. 1 zeigt eine schematische Ansicht eines Teils einer Spritzgußmaschine nach einem Ausführungsbeispiel der Erfindung,

Fig. 2 zeigt eine fragmentarische perspektivische Ansicht des elektrischen Linearmotors der Spritzgußmaschine von Fig. 1,

Fig. 3 zeigt einen fragmentarischen schematischen Längsschnitt durch den Linearmotor,

Fig. 4 zeigt die Wellenform eines Dreiphasen-Wechselstroms, mit dem der Linearmotor gespeist wird,

Fig. 5A zeigt eine Ansicht zur Erläuterung der relativen räumlichen Position zwischen dem Stator und dem beweglichen Element des Linearmotors,

Fig. 5B zeigt Wellenformen des durch den Stator fließenden elektrischen Stroms, des durch diesen Strom erzeugten Magnetfeldes und des durch das bewegliche Element erzeugten Magnetfelds, wenn die Teile die in Fig. 5A dargestellte relative räumliche Position zueinander haben,

Fig. 6A zeigt eine andere relative räumliche Position zwischen dem Stator und dem beweglichen Element des Linearmotors,

Fig. 6B zeigt die der relativen räumlichen Position von Fig. 6A zugeordneten Wellenformen,

Fig. 7A zeigt eine weitere relative räumliche Position zwischen dem Stator und dem beweglichen Element des Linearmotors,

Fig. 7B zeigt die der relativen räumlichen Position von Fig. 7A zugeordneten Wellenformen.

In Fig. 1 ist eine Spritzgußmaschine nach einem Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung dargestellt, bei der ein (im folgenden kurz als Linearmotor bezeichnet) elektrischer Motor zur Erzeugung einer linearen Bewegung als Antriebsquelle für die Spritzeinheit dient. Mit 10 ist ein ringförmiger Stator bezeichnet, der eines der Elemente des Linearmotors bildet und an einer Basis B der Spritzgußmaschine befestigt ist. Mit 20 ist ein bewegliches Element bezeichnet, das den anderen Teil des Linearmotors bildet und sich durch einen zentralen hohlen Abschnitt des Stators 10 erstreckt. Das bewegliche Element 20 besitzt eine Welle 21, die mit einem Ende über Kupplungsmittel 70 mit der Welle 31 einer Schnecke und mit ihrem anderen Ende über Kupplungsmittel 80 mit einer Nutenwelle 60 verbunden ist. Ein rohrförmiges Teil 52 ist über eine Keilnutkupplung mit einer an der Nutenwelle 60 ausgebildeten Keilnut 61 verbunden. Die Nutenwelle 60 ist so angeordnet, daß sie sich gemeinsam mit dem rohrförmigen Teil 51 drehen und relativ zu diesem in axialer Richtung bewegen kann.

Es ist ferner ein Drehantriebsglied 50 vorgesehen, das eine abgestufte zentrale Bohrung 52 besitzt, die einen Abschnitt mit großem Durchmesser aufweist, in den das

rohrförmige Teil 51 so eingepaßt ist, daß es sich gemeinsam mit dem Drehantriebsglied 50 dreht, sowie einen Abschnitt mit kleinerem Durchmesser, in den die Nutenwelle 62 lose eingesetzt ist. Das Drehantriebsglied 50 ist über ein Kuppelungsmittel 90 mit der Welle 41 eines Motors 40 für den Drehantrieb der Schnecke 30 verbunden.

Im folgenden sei der Linearmotor anhand von Fig. 2 und 3 näher erläutert.

Der Stator 10 des Linearmotors besitzt ein Außenrohr 11, eine Anzahl von ringförmigen Kernen 12 und eine Anzahl von gedruckten Spulen 13 bis 18. Das Außenrohr besteht aus einem weichmagnetischen Werkstoff (z.B. aus weichem Stahl). Die gedruckten Spulen 13 bis 18 haben jeweils einen vorbestimmten Innendurchmesser und sind mit Passung in das Außenrohr 11 eingesetzt. Die Kerne 12 bestehen aus einem weichmagnetischen Werkstoff (z.B. aus weichem Stahl). Sie haben jeweils den gleichen Innendurchmesser wie die gedruckten Spulen 13 bis 18 und sind ebenfalls mit Passung in das Außenrohr 11 eingesetzt. Die äußeren Umfangsflächen der Kerne 12 sind mit (nicht dargestellten) in Achsenrichtung der Kerne verlaufenden Nuten versehen, in denen die (nicht dargestellten) Leiterdrähte angeordnet sind, die die zugehörigen gedruckten Spulen 13 bis 18 miteinander und mit einer (nicht dargestellten) Dreiphasen-Wechselspannungsquelle verbinden.

Das Außenrohr 11, die Kerne 12 und die gedruckten Spulen 13 bis 18 werden getrennt vorgefertigt. Beim Zusammenbau werden die Kerne 12, von denen sieben Stück vorgesehen sind, und die gedruckten Spulen 13 bis 18 in wechselnder Folge im Innern des Außenrohrs 11 angeordnet, und zwei Leiterdrähte jeder der gedruckten Spulen 13 bis 18 werden durch die erwähnte Nut der Kerne 12 nach außen geführt. Die an den entgegengesetzten Seiten angeordneten Kerne 12 werden z.B. durch Schrumpfpassung mit dem Außenrohr 11 verbunden. Das Bezugszeichen 18 bezeichnet ein an dem Stator 10 befestigtes Montageteil zur Befestigung des Stators an der Basis B der Spritzgußmaschine.

Das bewegliche Element 20 besteht aus der Welle 21, einer Anzahl von ringförmigen Jochen (von denen einige mit 22 bezeichnet sind) und einer Anzahl von ringförmigen Permanentmagneten (von denen einige mit 23, 24, 25, 26, ... bezeichnet sind). Die Welle 21 besteht aus nichtmagnetischem Werkstoff. Die Joche 22, deren jeweiliger Außendurchmesser geringfügig kleiner ist als der Innendurchmesser des Stators 10, sind auf der Welle 21 befestigt. Die Permanentmagnete 23, 24, 25, 26, ... haben vorzugsweise den gleichen Außendurchmesser wie die Joche 22 und

sind ebenfalls auf der Welle 21 befestigt. Die Längsabmessungen der Joche 22 und der Permanentmagnete 23, 24, 25, 26, ... sind durch eine Vorbearbeitung auf solche Werte eingestellt, daß die weiter unten beschriebene gewünschte magnetische Funktion der Magnete und der Spuleneinheit gewährleistet ist.

Die Welle 21, die Joche 22 und Permanentmagnete 23, 24, 25, 26, ... sind getrennt vorgefertigt. Beim Zusammenbau werden die Joche 22 und die Permanentmagnete 23, 24, 25, 26, ... in abwechselnder Folge auf der Außenfläche der Welle 21 auf einer Länge, die größer ist als der gewünschte Bewegungshub des beweglichen Elements 20, so angeordnet, daß die benachbarten Permanentmagnete jeweils entgegengesetzte Polarität haben. Die benachbarten Joche 22 sind in diesem Fall so magnetisiert, daß sie einen Nordpol bzw. einen Südpol bilden.

Die gedruckten Spulenpaare 13, 26; 14, 17; 15, 18 sind mit der U-, W- bzw. V-Phase der Dreiphasen-Wechselspannung (Fig. 1) verbunden. Dabei sind die jeweiligen Leiterdrähte, wie in Fig. 5 bis 7 dargestellt, so mit der Dreiphasen-Wechselspannungsquelle verbunden, daß die beiden gedruckten Spulen, die zusammen eines der Spulenpaare bilden, in entgegengesetzter Richtung von Strom durchflossen werden.

Anhand von Fig. 4 bis 7 sei der Fall erläutert, daß der Linearmotor angetrieben wird, um einen Spritzgießvorgang durchzuführen.

Der Stator 10 und der Anker 20 mögen die in Fig. 5A dargestellte relative räumliche Position einnehmen, und es werde den betreffenden gedruckten Spulen 13 bis 18 der in Fig. 4 dargestellte Dreiphasen-Wechselstrom zugeführt wird. Im Zeitpunkt t_1 ist $U = 1$, $W = -1/2$ und $V = -1/2$, d.h. der Strom durch die gedruckte Spule (U) 13 beträgt 100%, der Strom durch die gedruckte Spule (-W) 14 beträgt 50% und der Strom durch die gedruckte Spule (-V) 15 beträgt -50%. Durch die Spulen (-U), (+W) und (-V) fließen entsprechend elektrische Ströme der Größe -100%, -50% bzw. 50%. D.h. die Wellenform des durch die gedruckten Spulen 13 bis 18 fließenden Stroms hat den in Fig. 5B dargestellten treppenförmigen Verlauf A. Die Mittelwertbildung über die ganze Wellenform A ist durch die mit B bezeichnete gestrichelte Kurve angedeutet. Das durch den elektrischen Strom mit der Wellenform B erzeugte Magnetfeld ist durch die Wellenform C veranschaulicht, die gegenüber dem elektrischen Strom phasenverschoben ist.

Das von den Permanentmagneten 24 bis 26 erzeugte Magnetfeld entspricht der Wellenform D. Man erkennt aus der relativen Phasenlage der Wellenformen C und D

von Fig. 5B, daß der der Wellenform D entsprechende Südpol von dem der Wellenform C entsprechenden Südpol abgestoßen, von dem der Wellenform C entsprechenden Nordpol hingegen angezogen wird, und daß der der Wellenform D entsprechende Nordpol von dem der Wellenform C entsprechenden Nordpol abgestoßen wird. Daraus folgt, daß das relativ zu dem Stator 19 bewegbar bewegbare Element 20, nach rechts bewegt wird, wie dies durch einen Pfeil angedeutet ist. Dadurch wird die in Fig. 6A dargestellte relative räumliche Position erreicht.

Der im Zeitpunkt t_2 durch die gedruckten Spulen 13 bis 18 fließende elektrische Strom, der Mittelwert des elektrischen Stroms, das von diesem Mittelwertstrom erzeugte Magnetfeld und das von den Permanentmagneten 24 bis 26 erzeugte Magnetfeld sind in Fig. 6B durch die Wellenformen A, B, C bzw. D veranschaulicht. Wie aus der relativen Lage der Wellenformen C und D hervorgeht, wird der Anker 20, wie durch einen Pfeil angedeutet, nach rechts bewegt. Auf diese Weise wird die in Fig. 7A dargestellte relative räumliche Position erreicht.

Der im Zeitpunkt t_3 durch die gedruckten Spulen 13 bis 18 fließende elektrische Strom, der Mittelwert des elektrischen Stroms, das von diesem Mittelwertstrom erzeugte Magnetfeld und das von den Permanentmagneten 25 bis 25 erzeugte Magnetfeld entsprechen den Wellenformen A, B, C bzw. D von Fig. 7B. Die relative Lage der Wellenformen C und D läßt erkennen, daß der Anker 20, wie durch einen Pfeil angedeutet, nach rechts bewegt wird.

Die vorangehend gegebene Erläuterung macht deutlich, daß das bewegliche Element 20 und damit die Welle 21 durch die Beaufschlagung der betreffenden gedruckten Spulen 13 bis 18 mit Dreiphasen-Wechselstrom eine lineare Bewegung ausführen, wobei sie die Schnecke 30 in Vorwärtsrichtung (in Fig. 1 nach rechts) antreiben, die dabei einen Spritzgießvorgang ausführt.

Beim Dosiervorgang wird der Motor 40 für den Drehantrieb der Schnecke 30 beaufschlagt, so daß er die Welle 21 des beweglichen Elements 20 dreht, die dann über das Drehantriebsglied 50, das Außenrohr 51 und die Keilnutwelle 60 mit dem Motor 40 drehfest gekuppelt ist, so daß letzterer die Schnecke 30 dreht. Die gedruckten Spulen 13 bis 18 können unterdessen mit einem schwachen elektrischen Strom gespeist werden, so daß die geschmolzene Harzmasse mit einem vorbestimmten Druck in Rückwärtsrichtung beaufschlagt wird.

Im vorangehend beschriebenen Ausführungsbeispiel wurde als Linearmotor ein Synchronmotor verwendet. Stattdessen kann jedoch auch ein Induktionsmotor verwen-

det werden. In diesem Fall verwendet man anstelle der nichtmagnetischen Welle 21 und der Permanentmagnete 23, 24, 25, 26, ... der in Fig. 2 und 3 dargestellten Anordnung eine Welle aus weichmagnetischem Werkstoff bzw. ein elektrisch leitfähiges Glied. Es ist beim Einsatz eines Induktionsmotors nicht erforderlich, ringförmige elektrisch leitende Glieder und ringförmige Joche vorzusehen, die mit den Spulen 13 bis 18 in Phase sind.

In dem oben beschriebenen Ausführungsbeispiel dient ein Linearmotor als Antriebsquelle für die Spritzgießachse, um die Schnecke in axialer Richtung anzutreiben. In ähnlicher Weise können Linearmotoren auch als Antriebsquellen für weitere Aggregate verwendet werden, die Linearbewegungen auszuführen haben, z.B. für die Schließeinheit, die Auswurfseinheit und den Mechanismus zum Andrücken der Düse. Man kann dann auf Umwandlungsmechanismen zur Umwandlung von Drehbewegungen in lineare Bewegungen verzichten, wodurch die Gesamtanordnung, wie oben erläutert, vereinfacht wird. Es ist besonders vorteilhaft, wenn die Antriebsquelle für den axialen Antrieb der Schnecke als Linearmotor mit der oben beschriebenen zylindrischen Form ausgebildet wird, weil sich dadurch die axiale Bewegung und die Drehbewegung der Schnecke mit einer besonders einfachen Konstruktion erzielen lassen.

EP 87 905 664.6
FANUC LTD

Ansprüche

1. Spritzgußmaschine mit einem Linearbewegungsglied (30), das relativ zu einem Hauptkörper (B) der Spritzgußmaschine linear bewegbar ist, und einem elektrischen Linearmotor (10, 20), der ein von dem Hauptkörper (B) der Spritzgußmaschine getragenes stationäres Element (10) und ein relativ zu diesem stationären Element (10) linear bewegbares Element (20) aufweist, wobei das Linearbewegungsglied (30) mit dem linear beweglichen Element (20) des elektrischen Linearmotors (10, 20) so gekuppelt ist, daß es gemeinsam mit diesem bewegbar ist, dadurch gekennzeichnet, daß das Linearbewegungsglied (30) eine Dosier/Einspritzschnecke der Spritzgußmaschine ist, daß der elektrische Linearmotor (10, 20) zylindrische Form hat, daß das bewegliche Element (20) kreisförmigen Querschnitt hat und im Innern einer kreiszylindrischen Öffnung des stationären Elements (10) angeordnet ist, daß das bewegliche Element (20) des Linearmotors mit einem Drehantriebsglied (50) gekuppelt ist, das von einem Motor (40) für den Drehantrieb der Schnecke gedreht werden kann und in dem das hintere Ende einer langgestreckten Einheit (30, 31, 70, 21, 20, 80, 60, 61) aufgenommen ist, die an ihrem vorderen Ende die Schnecke (30) und zwischen dem vorderen und dem hinteren Ende das bewegliche Element (20) des Linearmotors aufweist, daß das bewegliche Element (20) relativ zu dem stationären Element (10) des elektrischen Linearmotors (10, 20) drehbar ist, so daß der Motor (40) für den Schneckenantrieb bei einem Dosiervorgang der Spritzgußmaschine die Schnecke (30) über das bewegliche Element (20) und das Drehantriebsglied (50) drehen kann, und daß das bewegliche Element (20) außerdem relativ zu dem Drehantriebsglied (50) linear bewegbar ist, so daß der elektrische Linearmotor (10, 20) die Schnecke (30) bei dem Spritzgießvorgang der Spritzgußmaschine linear bewegen kann.
2. Spritzgußmaschine nach Anspruch 1, bei der das Drehantriebsglied (50) über eine Keilnutkupplung mit dem beweglichen Element (20) so verbunden ist, daß letzteres relativ zu dem ersteren linear bewegbar ist.
3. Spritzgußmaschine nach Anspruch 2, bei der das Drehantriebsglied (50) hohl ist und über eine Keilnutkupplung innen mit einer Welle (60) des beweglichen Teils (20) des Linearmotors verbunden ist, die in dem Drehantriebsglied (50) axial bewegbar ist.
4. Spritzgußmaschine nach Anspruch 3, bei der das Drehantriebsglied (50) mit ei-

nem inneren rohrförmigen Teil (51) zur Herstellung der Keilnutkupplung zwischen dem Drehantriebsglied (50) und der Welle (60) ausgestattet ist.

5. Spritzgußmaschine nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei der der elektrische Linearmotor ein elektrischer Synchronmotor ist, der ein Feldsystem und einen Anker aufweist, wobei eines (10) der aus dem beweglichen Element und dem stationären Element bestehenden Teile des elektrischen Linearmotors von dem Feldsystem und das andere (20) dieser Teile von dem Anker gebildet ist.

6. Spritzgußmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 4, bei der der elektrische Linearmotor ein elektrischer Induktionsmotor ist der ein Feldsystem und ein elektrisch leitendes Glied aufweist, wobei eines (10) der aus dem beweglichen Element und dem stationären Element bestehenden Teile des elektrischen Linearmotors von dem Feldsystem und das andere (20) dieser Teile von dem elektrisch leitenden Glied gebildet ist.

7. Spritzgußmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 5, bei der der elektrische Linearmotor eine nichtmagnetische Welle (21) besitzt, auf der ringförmige Joche (22) und ringförmige Permanentmagnete (23, 24, 25, 26, ...) aufgebracht sind, die in axialer Richtung der Welle einander abwechseln, sowie eine Rohrkonstruktion, in die die Welle (21) mit den Jochen und den Magneten lose eingesetzt ist, wobei diese Rohrkonstruktion ein aus weichmagnetischem Material hergestelltes Außenrohr (11), ferner ringförmige Kerne (12) sowie ringförmige gedruckte Spulen (13 bis 18) aufweist, wobei diese Kerne und die Spulen in axialer Richtung der Rohrkonstruktion in abwechselnder Folge in dem Außenrohr (11) angeordnet sind, und wobei eines (20) der aus dem beweglichen Element und dem stationären Element bestehenden Teile des elektrischen Linearmotors von der Welle (20) mit den Jochen und den Magneten und das andere (10) dieser Teile von der Rohrkonstruktion gebildet ist.

FIG.1

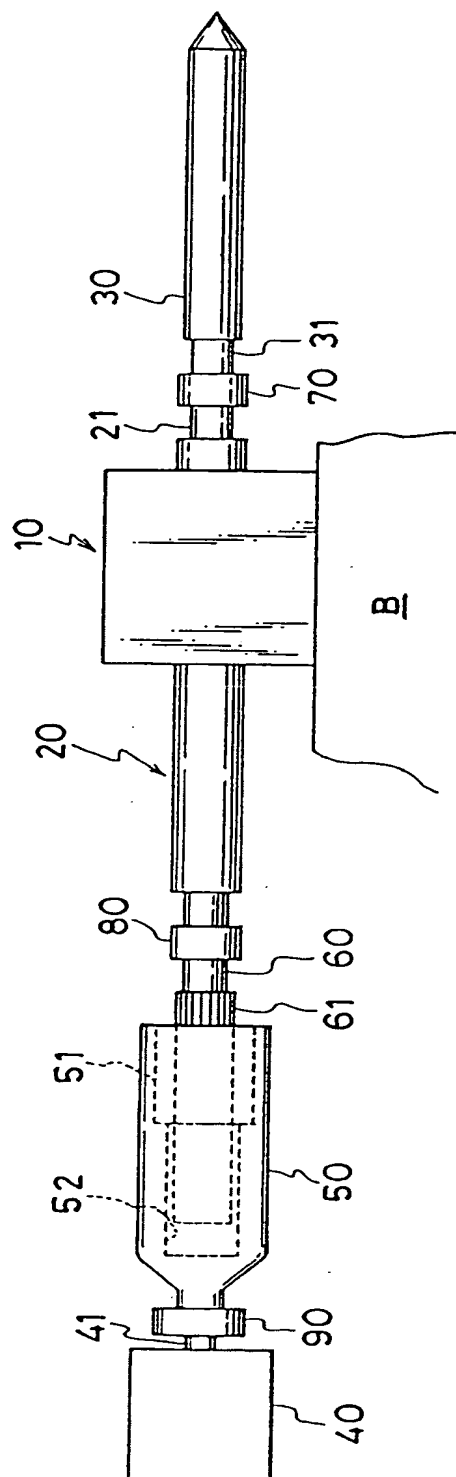


FIG. 2

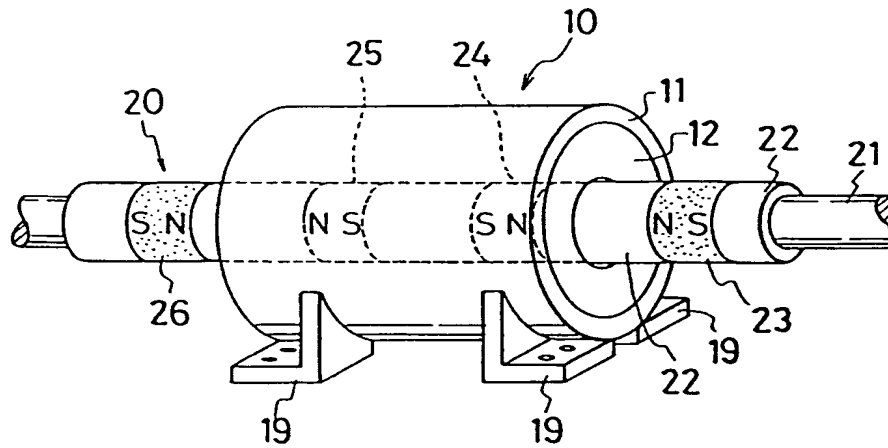


FIG. 3

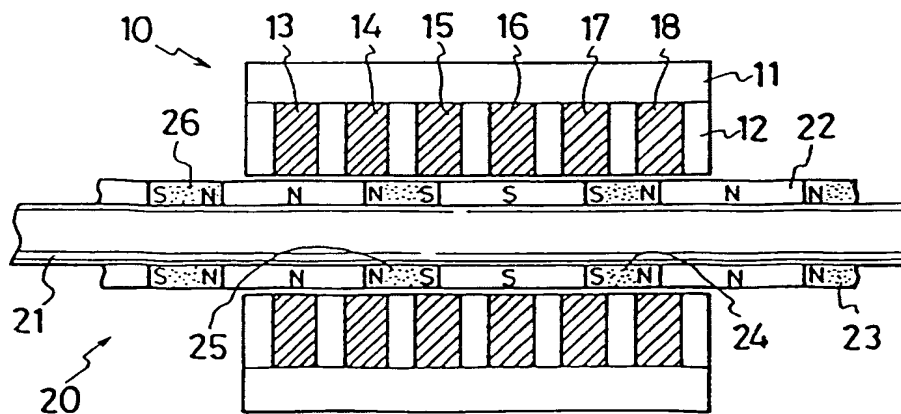


FIG. 4

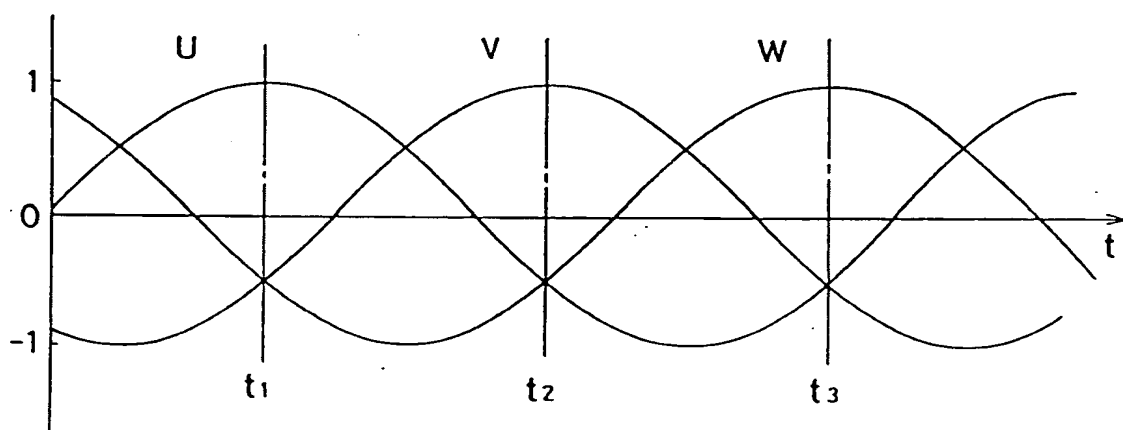


FIG. 5A

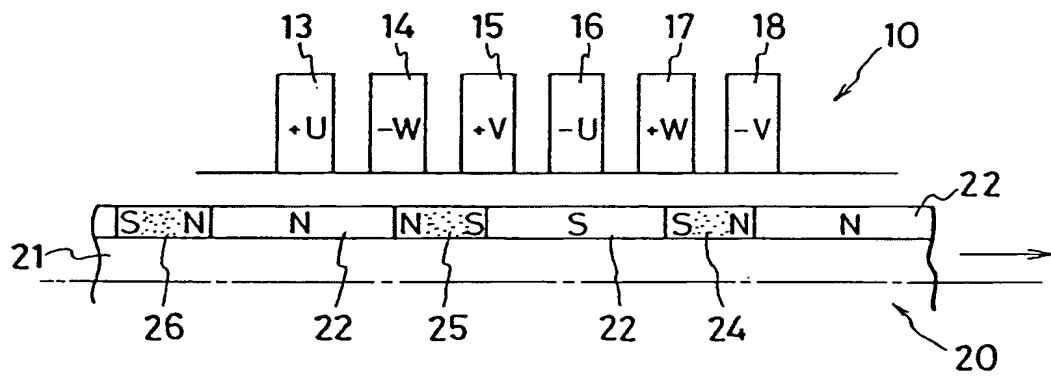


FIG. 5B

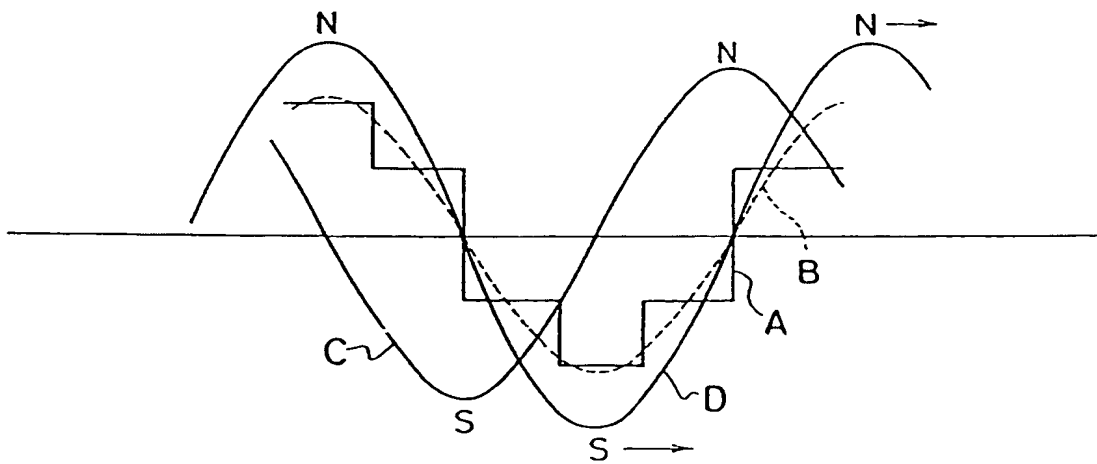


FIG. 6A

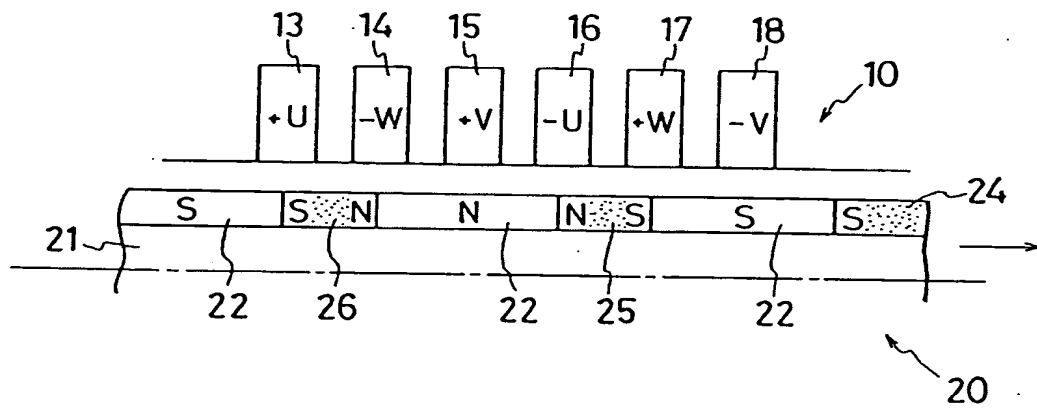


FIG. 6B

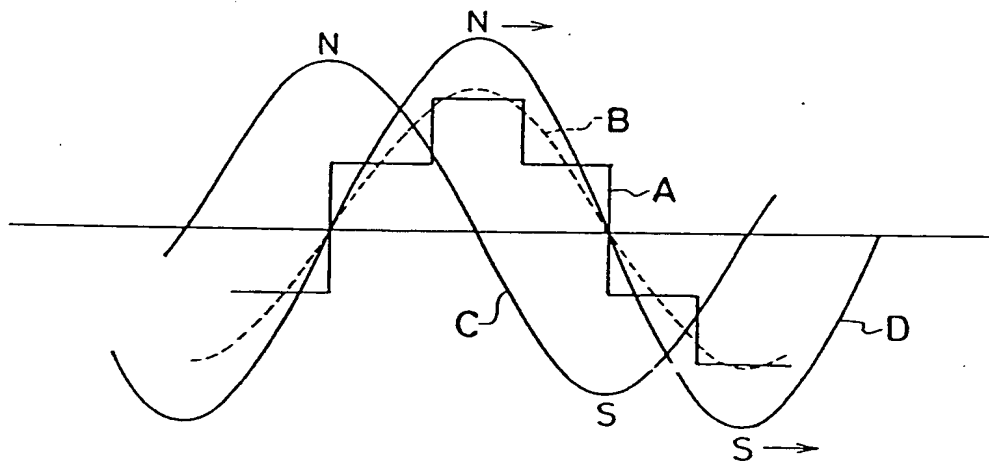


FIG. 7A

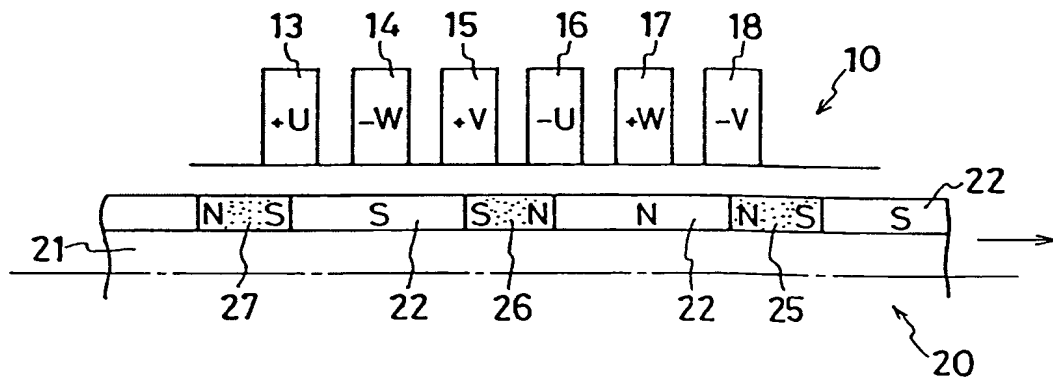


FIG. 7B

